

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №6

ВАРИАНТ 1

1. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов $U = 200$ В, имеет длину волны де Бройля $\lambda = 2,02$ пм. Определить массу m частицы, если ее заряд численно равен заряду электрона.

2. Определить в электрон-вольтах максимальную энергию E фонона, который может возбуждаться в кристалле NaCl, если характеристическая температура Дебая $T_D = 320$ К. Фотон какой длины волны λ обладал бы такой энергией?

3. Какую наименьшую энергию E нужно затратить, чтобы оторвать один нейтрон от ядра азота ${}^{14}_7\text{N}$?

4. Определить промежуток времени τ , в течение которого активность A изотопа стронция ${}^{90}\text{Sr}$ уменьшится в $k_1 = 10$ раз? В $k_2 = 100$ раз? Период полураспада стронция $T_{1/2} = 28$ лет.

5. Какая энергия ΔE выделяется при термоядерной реакции синтеза ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$? Ответ дать в джоулях и электрон-вольтах.

$$m_{2\text{H}} = 2,01410 \text{ а.е.м.} \quad m_{3\text{H}} = 3,01605 \text{ а.е.м.} \quad m_{\text{He}} = 4,00260 \text{ а.е.м.} \quad m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.}$$

ВАРИАНТ 2

1. Определить длину волны де Бройля λ для: а) электрона, движущегося со скоростью $v = 10^6$ м/с; б) атома водорода, движущегося со средней квадратичной скоростью при температуре $T = 300$ К; в) шарика массой $m = 1$ г, движущегося со скоростью $v = 1$ см/с.

2. Что такое фонон, каковы его свойства?

3. Энергия связи $E_{\text{св}}$ ядра кислорода ${}^{18}_8\text{O}$ равна 139,8 МэВ, ядра фтора ${}^{19}_9\text{F}$ - 147,8 МэВ. Определить, какую минимальную энергию E нужно затратить, чтобы оторвать один протон от ядра фтора.

4. Определить массу m полония ${}^{210}_{84}\text{Po}$, активность которого $A = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк. Период полураспада полония $T_{1/2} = 138$ сут.

5. Написать недостающие обозначения в реакциях:



ВАРИАНТ 3

1. Определить дебройлевскую длину волны λ шарика массой $m = 1$ г, движущегося со скоростью $v = 100$ м/с. Можно ли обнаружить волновые свойства такого шарика, и почему

2. Объяснить физический смысл энергии Ферми.

3. Определить энергию связи $E_{\text{св}}$ ядра изотопа лития ${}^7_3\text{Li}$.

4. Какая часть η начального числа ядер ^{90}Sr распадётся за одни сутки и за 15 лет? Какая часть ζ останется через 10 лет и через 100 лет? Период полураспада стронция $T_{1/2} = 28$ лет.

5. Определить наименьшую энергию γ -кванта, достаточную для осуществления реакции разложения дейтона γ -лучами $^2_1\text{H} + h\nu \rightarrow ^1_1\text{H} + ^1_0\text{n}$.

ВАРИАНТ 4

1. Определить квантовомеханическую неопределенность Δv_x x -компоненты скорости частицы массой $m = 1$ г и электрона, если положение каждого из них определено с одинаковой ошибкой $\Delta x = 10^{-7}$ м.

2. Пояснить физический смысл характеристической температуры Дебая.

3. Определить энергию связи $E_{\text{св}}$ ядра атома гелия ^4_2He .

4. Вследствие последовательных радиоактивных распадов ядро урана $^{238}_{92}\text{U}$ превратилось в ядро свинца $^{206}_{82}\text{Pb}$. Пользуясь таблицей Менделеева, определить сколько актов α -распада и β -распада при этом произошло.

5. При бомбардировке изотопа азота $^{14}_7\text{N}$ нейтронами получается изотоп углерода $^{14}_6\text{C}$, который оказывается β -радиоактивным. Написать уравнения обеих реакций.

ВАРИАНТ 5

1. Принимая, что электрон находится внутри атома диаметром 0,3 нм, определить (в электрон-вольтах) неопределенность кинетической энергии этого электрона.

2. В германии с примесью бора энергия активации примесных атомов $\Delta E_{\text{п}} = 0,01$ эВ. Определить: 1) тип проводимости примесного полупроводника; 2) тип примесной фотопроводимости; 3) красную границу фотопроводимости.

3. Определить энергию связи $E_{\text{св}}$ ядра атома алюминия $^{27}_{13}\text{Al}$.

4. Определить постоянную радиоактивного распада λ ядра ^{55}Co , если за час распадается 4% начального числа ядер. Продукт распада стабильный.

5. Определить суточный расход ядерного горючего ^{235}U в реакторе АЭС. Тепловая мощность станции равна $P = 10$ МВт. Принять, что в одном акте деления выделяется энергия $Q = 200$ МэВ, а КПД станции равен $\eta = 0,2$ (20%).

ВАРИАНТ 6

1. Электрон находится в бесконечно глубокой одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной l . Определить, в каких точках интервала $(0 \leq x \leq l)$ плотность вероятности нахождения электрона на первом и втором энергетических уровнях одинакова. Вычислить плотность вероятности для этих точек. Пояснить графически.

2. В чем смысл понятия «дырка» как носителя тока в полупроводнике? Существуют ли дырки вне полупроводника? Совпадают ли зоны проводимости для электронов и дырок в полупроводниках? Чему равна наименьшая энергия ϵ_{\min} образования пары электрон-дырка в собственном полупроводнике, проводимость которого возрастает в $n = 2$ раза при повышении температуры от $T_1 = 300$ К до $T_2 = 310$ К?

3. Определить энергию связи $E_{\text{св}}$ ядер: а) ${}^3_1\text{H}$; б) ${}^3_2\text{He}$. Какое из этих ядер более устойчиво?

4. За один год начальное количество радиоактивного препарата уменьшилось в 5 раз. Во сколько раз оно уменьшится за два года?

5. Определить энергию E , которая высвободится при соединении одного протона и двух нейтронов в атомное ядро.

ВАРИАНТ 7

1. Электрон в бесконечно глубокой одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной l находится в нижнем возбужденном состоянии. Какова вероятность обнаружения электрона в интервале $l/4$, равноудаленном от стенок ямы?

2. Определить ширину ΔE запрещенной зоны теллура, если его электропроводность возрастает в $n = 5$ раз при повышении температуры от $T_1 = 300$ К до $T_2 = 400$ К.

3. Определить энергию связи $E_{\text{св}}$, приходящуюся на один нуклон в ядрах; а) ${}^7_3\text{Li}$; б) ${}^{14}_7\text{N}$.

4. Определить количество ΔN атомов, которые распались в $m = 1$ мг радиоактивного натрия ${}^{24}_{11}\text{Na}$ за время $t_1 = 10$ час. Период полураспада натрия $T_{1/2} = 15,3$ час.

5. Определить энергию Q ядерной реакции: ${}^{44}_{20}\text{Ca} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{41}_{19}\text{K} + {}^4_2\text{He}$.

ВАРИАНТ 8

1. Частица в бесконечно глубокой одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной l находится в основном состоянии, которому соответствует энергия $E_1 = 8,12$ МэВ. Ширина ямы $l = 5 \cdot 10^{-15}$ м. Определить массу m частицы.

2. Кремниевый образец нагревают от 0 до 10 °С. Принимая ширину ΔE запрещенной зоны кремния 1,1 эВ, определить, во сколько раз возрастет его удельная проводимость.

3. Энергия связи $E_{\text{св}}$ ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна 7,72 МэВ. Определить массу m_a нейтрального атома, имеющего это ядро.

4. Сколько атомов из $N = 10^6$ атомов полония распадается за время $t = 1$ сут? Период полураспада полония $T_{1/2} = 138$ сут.

5. Определить энергию Q , выделяющуюся при реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$.

ВАРИАНТ 9

1. Рассматривая приближенно ядро и атом как одномерные прямоугольные бесконечно глубокие потенциальные ямы для электронов и нуклонов, вычислить расстояние между основным и первым возбужденным уровнями в атоме $\Delta E_{a1,2}$ и ядре $\Delta E_{я1,2}$, полагая, что для атома $l_a = 5 \cdot 10^{-10}$ м, а для ядра $l_я = 5 \cdot 10^{-15}$ м.

2. Удельная проводимость кремния имеет значение $\sigma_1 = 19$ См/м при температуре $T_1 = 600$ К и $\sigma_2 = 4\,095$ См/м при $T_2 = 1\,200$ К. Определить ширину ΔE запрещенной зоны для кремния.

3. Определить массу m_a нейтрального атома, если ядро этого атома состоит из трех протонов и двух нейтронов и энергия связи $E_{св}$ ядра равна 26,3 МэВ.

4. За время $t = 1$ сут активность изотопа уменьшилась от $A_1 = 118$ ГБк до $A_2 = 7,4$ ГБк. Определить период полураспада $T_{1/2}$ этого нуклида.

5. Определить энергию Q , поглощающуюся при реакции ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$.

ВАРИАНТ 10

1. Электрон с энергией $E = 5$ эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой $U_0 = 10$ эВ и шириной $l = 0,1$ нм. Определить для этого барьера коэффициент прозрачности D .

2. В кремнии с примесью мышьяка энергия активации примесных атомов $\Delta E_{п} = 0,05$ эВ. Определить: 1) тип проводимости примесного полупроводника; 2) тип примесной фотопроводимости; 3) максимальную длину волны, при которой фотопроводимость еще возбуждается.

3. Определить энергию связи, приходящуюся на один нуклон $E_{св}/A$ в ядрах; а) ${}^7_3\text{Li}$; б) ${}^{14}_7\text{N}$; в) ${}^{27}_{13}\text{Al}$; г) ${}^{40}_{20}\text{Ca}$; д) ${}^{63}_{29}\text{Cu}$; е) ${}^{113}_{48}\text{Cd}$; ж) ${}^{200}_{80}\text{Hg}$; з) ${}^{238}_{92}\text{U}$. Построить зависимость $E_{св}/A = f(A)$, где A – массовое число.

4. Определить постоянную распада λ радона, если известно, что число атомов радона уменьшается за время $t = 1$ сут на 18,2%.

5. Определить энергию Q , выделяющуюся при реакции: ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^1_1\text{H}$.